



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 27 981 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
H 02 K 29/06
H 02 K 11/00
H 02 P 6/16

⑳ Aktenzeichen: 195 27 981.6
㉑ Anmeldetag: 31. 7. 95
㉒ Offenlegungstag: 6. 2. 97

DE 195 27 981 A 1

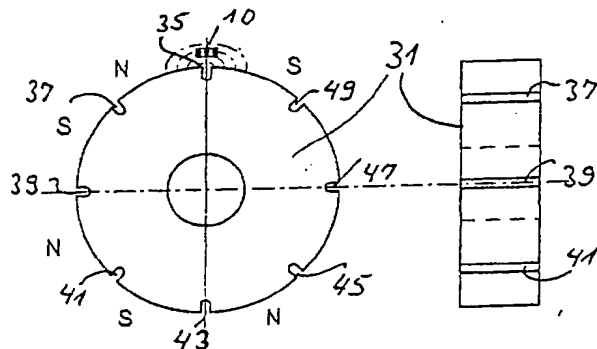
㉓ Anmelder:
AEG Kleinmotoren GmbH, 26133 Oldenburg, DE

㉔ Vertreter:
Vogl, L., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 90537 Feucht

㉕ Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

⑤4 Elektronisch kommutierter Elektromotor, insbesondere ein geschalteter Reluktanzmotor

⑤7 Ein einfaches magnetisches Sensorsystem zur Kommutierungssteuerung von Elektromotoren, insbesondere von SR-Motoren wird erfindungsgemäß dadurch geschaffen, daß die Rotorwelle (12) ein Magnetring (31) aus einem zylindrischen Körper aufweist, dessen Mantelfläche (29) mehrpolig radial magnetisiert ist und daß ein magnetfeldsensitives Element (10) für jede Phase des SR-Motors vorgesehen ist, welches zu den Statorpolen ausgerichtet ist und in geringem Abstand zu der Mantelfläche (29) des Magnetringes (31) angeordnet ist.



Die Erfindung betrifft einen elektronisch kommutierten Elektromotor, insbesondere einen geschalteten Elektromotor der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

Reluktanzmotoren benötigen zur genauen Steuerung der Kommutierungswinkel einen Positionsgeber, der die Rotorposition im Verhältnis zur Statorposition ermittelt, damit die Ansteuerelektronik die jeweilige Phase richtig an steuert.

Der Positionsgeber kann entweder die aligned-Position, wenn Rotorpole und Statorpole einander gegenüberliegen, oder die unaligned-Position, wenn Rotorpolen und Statorpolen einander gegenüberliegen, anzeigen. Die Steuerelektronik errechnet nach diesem Punkt die jeweilig (nach Last/Strom/Drehzahl) gewünschten Kommutierungswinkel. Dabei werden an die Genauigkeit des Gebers hohe Anforderungen gestellt, wenn der SR-Motor bezüglich Drehmoment, Drehmomentwelligkeit, Drehzahlkonstanz, Geräusch und Wirkungsgrad optimal gesteuert werden soll. So liegt die Genauigkeitsanforderung für die Positionierung bei einem derartigen Motor bei etwa 0,1 Grad.

Für den Einsatz eines SR-Motors in rauher Umgebung, z. B. im Motorraum eines Kraftfahrzeuges, ist nur ein robustes Gebersystem möglich, wie es z. B. ein Hall-Schalter in Verbindung mit einem rotierenden Magnet oder einem rotierenden Blech darstellt. Derartige Systeme sind bereits als berührungslose Unterbrecherkontakte in Zündsystemen von Kraftfahrzeugen bekannt, wobei ein geschlitztes Polrad durch eine Magnetgabelschranke geführt wird. Hierbei ist allerdings von Nachteil, daß für eine hohe Genauigkeit der Schaltpunkte ein entsprechend großer Radius des Polrades benötigt wird. Für die SR-Motoren und die vorgegebene Genauigkeit des Sensorsystems würde das Polrad wesentlich größer als der Durchmesser des Motors sein.

Ein anderes bekanntes System bilden die Gear-Tooth-Sensoren, die als Differentialhallsensoren ausgeführt und den Wechsel zwischen magnetisch leitendem Material und Luft sensieren. Hierbei wird ein Zahnrad radial abgetastet. Eine derartige Vorrichtung ist als Sensorsystem für SR-Motoren auch weniger geeignet, da im Stillstand des Motors keine Positionserkennung möglich ist. Somit kann der Anlauf des SR-Motors auch nicht über das Gebersignal erfolgen.

Das einfachste System zur Positionserkennung besteht aus einem mehrpoligen radial am Umfang magnetisierten Magnetring, der ausgerichtet zu den Rotorpolen auf der Rotorwelle befestigt ist, und einem Hall-Schalter für jede Phase des SR-Motors, der zu den Statorpolen ausgerichtet ist und in geringem Abstand über den Magnetring liegt. Dieses ermöglicht auch den Bau eines SR-Motors mit kleinen Abmessungen.

Hierbei wird ein genauer Schaltpunkt durch den steilen Nulldurchgang dadurch erzielt, daß der Fluß des Magneten entsprechend hoch, z. B. 10 mT gewählt wird. Damit ist das System relativ temperaturunabhängig und die Serienstreuung der Schaltpunkte sowie eine Schalthysteresis führen zu keinen wesentlichen Fehlern.

Bei diesem System können aber Fehler in der Magnetisierung des Magnetringes und in der Positionierung des Hall-Schalters auftreten. So läßt die Magnetisierung des Magnetringes bei einem Durchmesser von z. B. 27 mm nur eine Genauigkeit von +1,5 Grad zu. Die Ursachen hierfür sind die Toleranzen bei der Anfertigung der Magnetisierungsform und eventuelle Inhomogenitäten im Magnetmaterial.

genitäten im Magnetmaterial.

Der Erfindung liegt die Aufgabe, einen elektronisch kommutierten Elektromotor, insbesondere einen geschalteten Reluktanzmotor zu schaffen, der auf einfache und auch bei rauhem Betriebseinsatz sichere Weise die Drehung des Rotors und gegebenenfalls die jeweilige Drehzahl bzw. den jeweiligen Drehwinkel erfaßt, die einer nachfolgenden Auswerte- und/oder Regelschaltung sicher zugeführt werden können. Hierbei soll das Kommutieren eines Reluktanzmotors mit einer Genauigkeit besser 0,5 Grad Winkelabweichung gewährleistet sein. Diese Aufgabe wird durch die Lehre des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Elektromotors, insbesondere des Reluktanzmotors besteht in der optimalen Kommutierungssteuerung, wodurch die SR-Motoren anderen Motoren leistungsmäßig überlegen sind und ein Geräuschverhalten aufweisen, das dem von Asynchronmaschinen sehr nahe kommt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes sind den weiteren Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen SR-Motor,
Fig. 2 einen Schnitt durch einen Magnetring,
Fig. 3 einen 2-poligen, axial magnetisierten Magnetring mit zwei Polrädern in Seitenansicht,
Fig. 4 den Magnetring gemäß Fig. 3 im Querschnitt,
Fig. 5 eine Einzelheit aus Fig. 3,
Fig. 6 eine zweite Ausführungsform eines Magnetringes in Seitenansicht,

Fig. 7 einen Querschnitt durch den Magnetring gemäß Fig. 6,
Fig. 8 einen mehrpolig radial am Umfang magnetisierten Magnetring und
Fig. 9 eine Sensorhalterung.

Die Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen kollektorlosen Gleichstrommotor, der elektronisch kommutiert wird und insbesondere aus einem geschalteten Reluktanzmotor 1 besteht. Dieser Reluktanzmotor 1 wird im folgenden als SR-Motor 1 bezeichnet und ist als Antriebsmotor in Kraftfahrzeugen, Waschmaschinen, Rasenmäähern und in sonstigen elektrisch anzutreibenden Motoren vorteilhaft einsetzbar, wobei dieser ein topfförmiges Motorgehäuse 3 und einen in diesem fest angeordneten Stator 5 aufweist. Ferner sind ein Statorblechpaket 7 sowie Statorspulen 9 vorgesehen, welche um das Statorblechpaket gewickelt sind. Der SR-Motor 1 weist ferner einen Rotor 11 auf, dessen Rotorwelle 12 innerhalb des Gehäuses 3 mit einem Paar von Lagern 13, 15 drehbar gelagert ist. Hierbei sind das Lager 17 in dem Boden 19 des topfförmigen Motorgehäuses 3 und das Lager 15 in einer Lageraufnahme 21 des die Öffnung 23 des topfförmigen Motorgehäuses 3 verschließenden Lagerschildes 25 angeordnet.

Der SR-Motor 1 weist weiterhin eine Vorrichtung zur Rotorlage-, Drehzahl- und /oder Drehrichtungserfassung auf, die wenigstens mit einem magnetfeldsensitiven Element versehen ist, das zur Erfassung von rotorlageabhängigen Schwankungen des magnetischen Flusses am Stator des Motors 1 befestigt ist, wobei elektronische Mittel zur Ansteuerung der Signale dieses magnetfeldsensitiven Elementes vorgesehen sind.

Gemäß Fig. 1 ist auf der Rotorwelle 12 ein Polrad 27 befestigt angeordnet, dessen zylindrische Mantelfläche 29 mehrpolig radial magnetisiert ist. Dieses Polrad 27 ist durch ein magnetfeldsensitives Element für jede Phase

des Elektromotors abtastbar, welches zu den Statorpolen ausgerichtet ist und in geringem Abstand zu der Mantelfläche 29 des Polrades 27 liegt. Das Polrad 27 weist gemäß den Fig. 2 und 8 einen Magnetring 31 auf, welcher mittels einer Lagerbuchse 33 gemäß Fig. 2 auf der Rotorwelle 12 fest angeordnet ist und an den Polübergangsstellen gemäß Fig. 8 mit Längsschlitz 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49 versehen ist.

Die Längsschlitz 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49 des Polrades 27 sind breiter ausgebildet als die möglichen Fehler der Magnetisierungsvorrichtungen.

Der Magnetring 32 ist z. B. gemäß den Fig. 6 und 7 nicht unmittelbar mit Längsschlitz versehen, sondern weist auf seinem Außenumfang 34 eine Kappe 51 mit in deren Mantelfläche 52 ausgebildeten Längsschlitz 54 aus magnetisch leitendem Blech auf. Hierdurch wird der Fluß im Blech geführt und an den Schlitz 54 wird ein exakter Polübergang geschaffen. Das Blech der Kappe 51 kann aus einer Sinterlegierung mit guten magnetischen Eigenschaften bestehen. Wichtig ist bei dieser Ausführungsform, daß die aus Blech bestehende Kappe 51 gut am Magnetring 32 anliegt.

Der Magnetring 32 des Polrades 27 besteht vorzugsweise aus einem Kunststoffmagneten, auf welchem die Kappe 51 mittels eines Preßsitzes befestigt ist.

Gemäß den Fig. 3—5 ist ein 2-polig, axial magnetisierter Magnetring 53 von zwei topfförmig ausgebildeten Polrädern 55, 57 umgeben, welche wechselseitig auf der Süd- und auf der Nordpolseite übergestülpt auf dem Magnetring 53 angeordnet sind. Hierbei bestehen die Mantelflächen der beiden Polräder 55, 57 aus Zähnen 59, 60 und Zahnlücken 61, 62, wobei die Zähne 59, 60 des einen Polrades 55, 57 jeweils in die Zahnlücken 61, 62 des anderen Polrades 57, 55 eingreifen. Die Zähne 59, 60 bilden zueinander Schlitz 63, 65, derart, daß zwischen zwei unterschiedlichen Polen die für das magnetfeldsensitive Element notwendigen Polübergänge auf einfache Weise geschaffen werden. Die Polräder 55, 57 bestehen aus magnetisch leitendem Blech oder aus einer Sinterlegierung mit guten magnetischen Eigenschaften.

Das magnetfeldsensitive Element kann vorteilhaft aus einem Hall-Schalter 10 bestehen. Dieser Hallschalter 10 kann ein unipolarer Hallschalter sein, welcher bei Erreichen einer geringen Flußdichte z. B. 8 mT und einer bestimmten Flußrichtung z. B. Süd einschaltet und bei Abfallen der Flußdichte z. B. 10 mT wieder ausschaltet.

Wenn der Nordpol des Magneten vorbei läuft, bleibt der Hallschalter (Sensor) ausgeschaltet.

Der Hallschalter 10 kann aber auch aus einem bipolaren Hallschalter bestehen, welcher bei Erreichen einer geringen Flußdichte einschaltet, aber erst bei Erreichen dieses Wertes in umgekehrter Richtung (also Nordpol) wieder ausschaltet.

In der Fig. 9 ist ein halbringförmiger Sensorhalter 73 dargestellt, der an dem Stator 11 befestigt ist und mit drei Hallschaltern 67, 69, 71 bestückt ist.

Patentansprüche

1. Elektronisch kommutierter Elektromotor, insbesondere ein geschalteter Reluktanzmotor als Antriebsmotor in Kraftfahrzeugen, Waschmaschinen, Rasenmähern und in sonstigen elektrisch anzutreibenden Maschinen mit einer Vorrichtung zur Rotorlage-, Drehzahl- und /oder Drehrichtungserfassung, die wenigstens ein magnetfeldsensitives Element aufweist, das zur Erfassung von rotorlageabhängigen Schwankungen des magnetischen Flusses

am Stator des Motors angebracht ist, wobei elektronische Mittel zur Ansteuerung der Signale dieses magnetfeldsensitiven Elementes vorgesehen sind, gekennzeichnet durch ein aus einem zylindrischen Körper bestehendes Polrad (27), dessen Mantelfläche (29) mehrpolig, radial magnetisiert ist, und durch ein magnetfeldsensitives Element für jede Phase des Elektromotors, das zu den Statorpolen ausgerichtet und in geringem Abstand zu der Mantelfläche (29) des Polrades (27) angeordnet ist.

2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Polrad (27) aus einem Magnetring (31) besteht, der an den Polübergangsstellen mit Längsschlitz (35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49) versehen ist.

3. Elektromotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsschlitz (35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49) des Magnetringes (31) breiter ausgebildet sind als die möglichen Fehler der Magnetisierungsvorrichtungen.

4. Elektromotor nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetring (31) des Polrades (27) aus einem hohlzylinderförmigen Kunststoffmagneten besteht.

5. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kappe (51) aus magnetisch leitendem Blech mittels eines Festsitzes über den Magnetring (32) übergestülpt angeordnet ist, derart, daß deren Mantelflächen in Kontaktberührung stehen und daß die Mantelfläche der Kappe (51) mit exakt über den Polübergängen des Magnetringes (32) axial ausgerichteten Längsschlitz (52) versehen ist, durch welche der Fluß im Blech geführt und ein exakter Polübergang erzeugt wird.

6. Elektromotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Blech der Kappe (51) aus einer Sinterlegierung mit guten magnetischen Eigenschaften besteht.

7. Elektromotor nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kappe (51) mittels eines Preßsitzes mit dem Magnetring (53) verbunden ist.

8. Elektromotor nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen zweipolig axial magnetisierten Magnetring (53), über den zwei topfförmig ausgebildete Polräder (55, 57) wechselseitig auf der Süd- und auf der Nordpolseite übergestülpt angeordnet sind, und durch die Mantelflächen der Polräder bildende Zähne (59, 60), welche wechselweise in die Zahnlücken (61, 62) des anderen Polrades (57, 55) eingreifen, wobei jeweils Schlitz (63, 65) zwischen zwei unterschiedlichen Polen zur Erzeugung der für das magnetfeldsensitive Element notwendigen Polübergänge vorgesehen sind.

9. Elektromotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Polräder (55, 57) aus magnetisch leitendem Blech oder aus einer Sinterlegierung mit guten magnetischen Eigenschaften bestehen.

10. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfeldsensitive Element ein Hallschalter (10) ist.

11. Elektromotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hallschalter (10) ein unipolarer Hallschalter ist.

12. Elektromotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hallschalter ein bipolarer Hallschalter ist.

13. Elektromotor nach einem der Ansprüche 10—12, dadurch gekennzeichnet, daß drei Hall-

schalter (67, 69, 71) an einem halbringförmigen Sensorhalter (73) aus unmagnetischem Werkstoff angeordnet sind, welcher mit dem Stator (11) fest verbunden ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

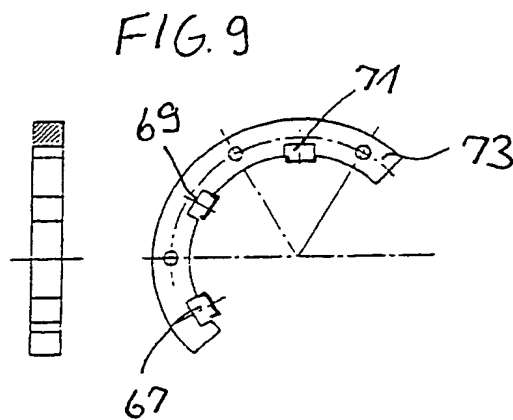
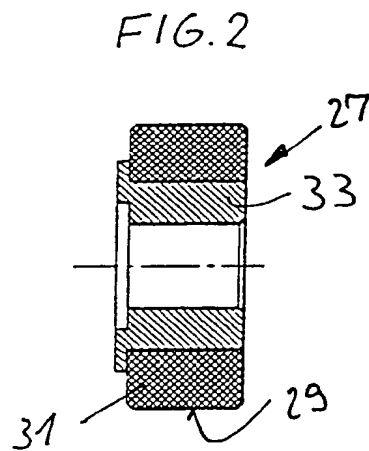
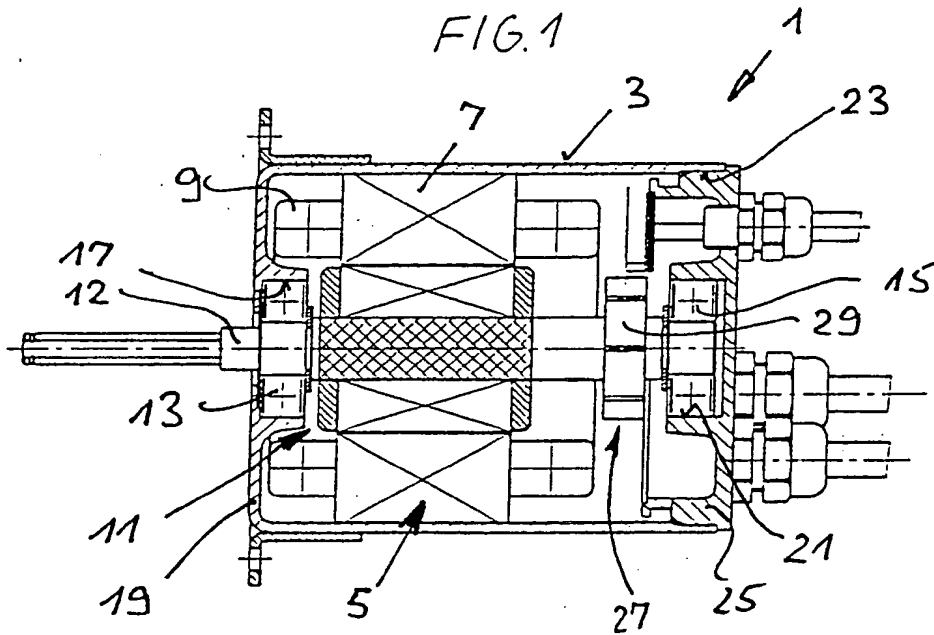
45

50

55

60

65



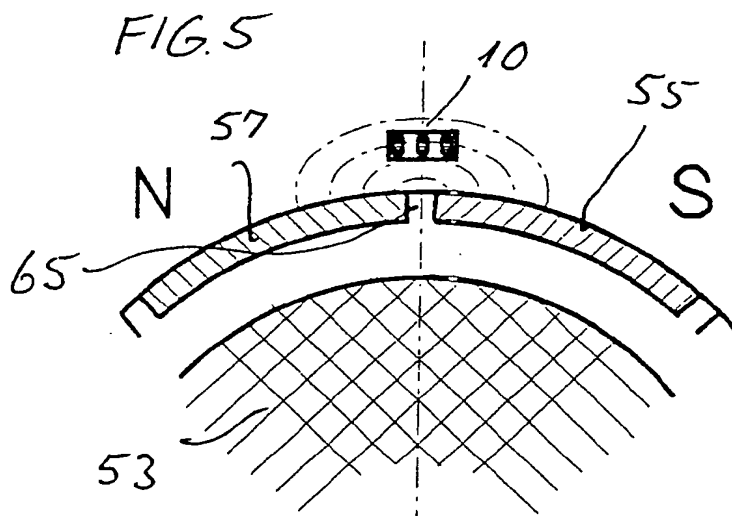
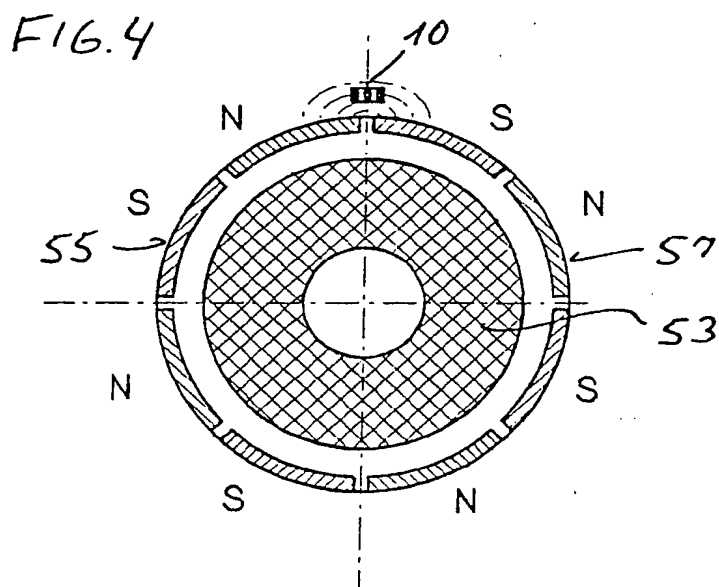
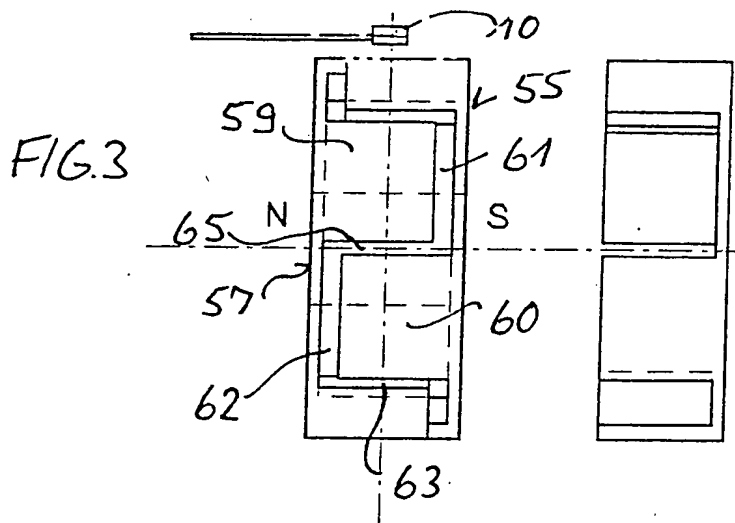


FIG. 6

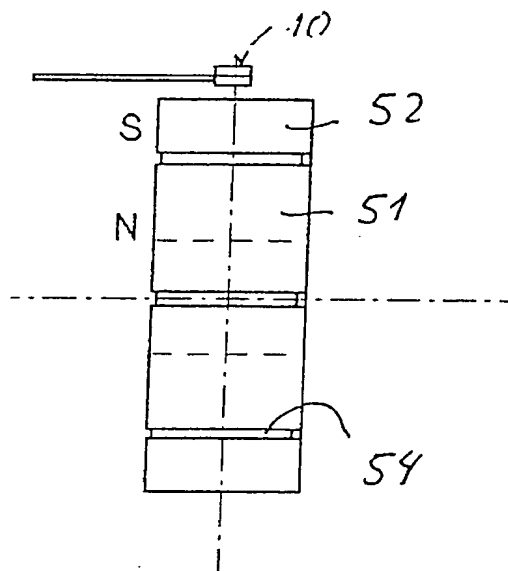


FIG. 7

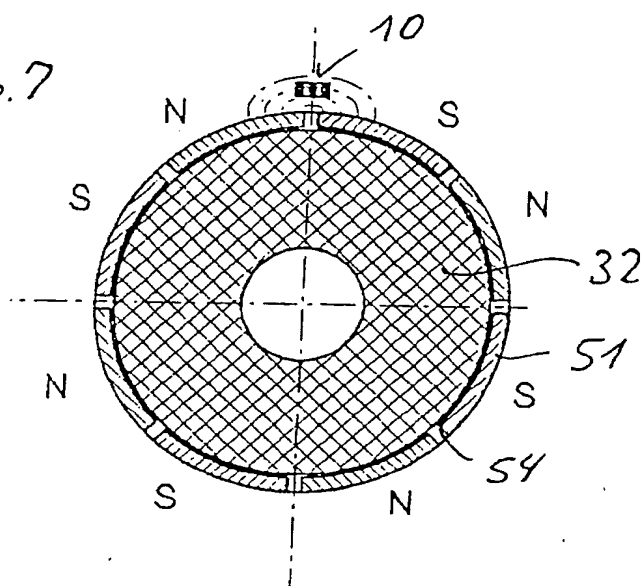


FIG. 8

